

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-122982

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)7月1日

G 03 H 1/04  
G 02 B 5/328106-2H  
7529-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 ホログラムレンズの作製法

⑯ 特 願 昭58-229838

⑰ 出 願 昭58(1983)12月7日

⑱ 発 明 者 桑 山 哲 郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内  
 ⑲ 発 明 者 中 村 保 夫 秩父市大字下影森1248番地 キャノン電子株式会社内  
 ⑳ 出 願 人 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 ㉑ 出 願 人 キャノン電子株式会社 秩父市大字下影森1248番地  
 ㉒ 代 理 人 弁理士 山下 積平 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ホログラムレンズの作製法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 作製時の光の波長と異なる波長の光にて使用されるホログラムレンズを作製する方法において、物体光として適宜の球面収差を有するものを用いることを特徴とする、ホログラムレンズの作製法。

(2) 回転対称光学系を用いて物体光に球面収差を与える、第1項のホログラムレンズの作製法。

(3) 作製時の光の波長と異なる波長の光にて再生されるホログラムレンズを作製する方法において、物体光として適宜の球面収差を有するものを用いて第1のホログラムレンズを作製し、該ホログラムレンズを体積型位相ホログラム感材に対向して配置し、該第1のホログラムレンズ側から適宜の波面を有する光を照射して該体積型位相ホログラム感材に干渉縞を記録して第2のホログラムを得ることを特徴とする、ホログラムレンズの作

製法。

(4) 第1のホログラムレンズ作製に際し、回転対称光学系を用いて物体光に球面収差を与える、第3項のホログラムレンズの作製法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔技術分野〕

本発明は光束の波面変換機能を有するホログラムレンズの作製法に関し、特に作製時の光の波長と使用時の光の波長とが異なる場合に使用時に略無収差にて結像させるためのホログラムレンズを作製する方法に関する。

## 〔従来技術〕

ホログラフィ技術を用いて点光源のホログラムを作製することによりホログラムレンズが得られる。ホログラムレンズは平板形であり、その厚さが数ミクロン程度の薄膜レンズであること、ステップ・アンド・リピート法で同一平板上に多数のレンズを量産できること等の利点を有している。このため、たとえば光ディスク装置の光ヘッドの集光レンズや半導体レーザーからの発散光束を平行

光束に変換するためのコリメーションレンズ等のレーザ光を利用する光学系における光学素子としてホログラムレンズを利用することが提案されている。

この様なホログラムレンズの作製光学系を第1図に示す。レーザ光源1から発せられた単色光2の一部が半透鏡3を透過して反射鏡4に至り、該反射鏡4により反射されて顕微鏡対物レンズ15によりピンホール16に集光され、該ピンホール16を通過した光はコリメーションレンズ17により平行光束18とされ基板9上に塗布されたホログラム感材10へと入射する。これが参照光である。一方、半透鏡3により反射された光束は反射鏡5により反射されて顕微鏡対物レンズ6によりピンホール7に集光され、該ピンホール7を通過した光は発散光束(球面波)8となって基板9上に塗布されたホログラム感材10へと入射する。これが物体光である。平行光束18と球面波8とはホログラム感材10の位置において干渉縞を形成し、この干渉縞が感材10に記録される。これ

を現像処理することによりホログラムレンズが得られる。

この様なホログラムレンズの使用時の光学系を第2図に示す。ホログラム作製において用いられた同一の波長のレーザ光を作製時と逆の方向から平行光束28として基板9上のホログラム10に入射させる。ホログラム10により回折された光は作製時の発散球面波8と逆向きに進行する収束球面波29となり、この結果、作製時のピンホール7に対応する位置30には回折限界にまで集光された光スポットが生ずる。

かくして、作製時と使用時に同一波長の光を用いることによりホログラムレンズで略無収差で完全な波面再生を行うことができる。

特に、感材10として重クロム酸ゼラチン等を用いて体積型位相ホログラムを作製した場合にはホログラムの回折効率をほぼ100%に近向上させることができ光の利用効率は十分高いものとなる。

ところで、ホログラムを用いた光学系における

光源としては小型、軽量且つ特別な変調器を必要としない半導体レーザを用いるのが好ましい。この様な半導体レーザの発振波長域は通常近赤外域から赤外域にかけて( $0.78\mu\text{m}$ 以上)である。従って、この半導体レーザを用いて上記の如きホログラムレンズの作製及びこれを用いた像再生を行う場合にはホログラム感材として $0.78\mu\text{m}$ 以上において有効感度を有するものを用いる必要がある。この波長域に感度を有するホログラム感材としては赤外光に増感された銀塩感材がある。しかしながら、この感材を用いて作製したホログラムは吸収型ホログラムであることから回折効率が数%程度と低い欠点がある。また、これを漂白する等の方法によれば回折効率はある程度向上するが、これにも限度がある。

従って、回折効率の向上をはかるには体積型位相ホログラムを採用する必要がある。この様なホログラムの作製において用いられる感材としては重クロム酸ゼラチンが代表的である。ところが、この感材は有効感度波長域がそのままでは最大

$0.55\mu\text{m}$ の緑色光までであり、特殊な色素増感を行っても $0.6\mu\text{m}$ の赤色光まで感度を持たせ得るにすぎない。更に、体積型ホログラム作製用感材として近赤外域及び赤外域に有効感度を有するものは未だ知られていない。

このため、体積型位相ホログラムの作製時には上記の如き半導体レーザは使用できず、それより短かい波長のレーザが用いられる。この様にして作製されたホログラムレンズを半導体レーザを用いた光学系において使用すると、作製時と使用時とで光の波長が異なるために無収差では結像しなくなり、従って場合によっては収差補正を行うことが必要となる。この様な収差補正のためシリンドリカルレンズや特殊非球面レンズを用いたり、更にホログラム作製において電子ビームによる直接描画を用いたりすることが提案されているが、いずれも非常に困難な技術である。

〔本発明の目的〕

本発明は、以上の如き従来技術に鑑み、ホログラムレンズの作製時の光の波長と使用時の光の波

長とが異なる場合において、使用時に実質上無収差にて集光あるいは光源からの光束の平行光化を行うことのできるホログラムレンズを簡易な方法で作製することを目的とする。

更に、本発明の他の目的はホログラムレンズを安価に大量生産するのに好適な方法を提供することにある。

以上の如き目的は、ホログラム作製時の物体光として予め適宜の球面収差を有するものを用いることにより達成される。

#### [本発明の実施例]

第3図は本発明によるホログラムレンズの作製法の第1の実施例を示す光学系の図である。レーザ光源(図示せず)から発せられ2分割された第1の波長 $\lambda_1$ の光束の一方は平行光束即ち平面波18となり、基板9上に塗布されたホログラム感材10に入射角 $\theta_1$ で参照光として入射する。一方、第1の波長 $\lambda_1$ の光束の他方は焼付レンズ系31を通過して収束光束32となり、発散光としてホログラム感材10に物体光として入射する。こ

こで、焼付レンズ系31は球面収差を有しているので収束光束32は1点には集光しない。尚、第1図において、 $f_1$ はレンズ系31の近軸焦点からホログラム感材10までの距離を示す。参照光と物体光とは干渉し、感材10の位置において形成される干渉縞が感材10に記録される。ホログラム記録の形としては、三次元的に屈折率の変化している体積型位相ホログラム、吸収率の変化している振幅型ホログラム、表面の凹凸として記録されている位相型(表面レリーフ型)ホログラム等が用いられる。

第4図は上記の如くにして作製されたホログラムレンズの使用状態を示す光学系の図である。ホログラム作製時の参照光の照射方向と逆の方向から、第1の波長 $\lambda_1$ とは異なる第2の波長 $\lambda_2$ の平行光束28を入射角 $\theta_2$ で入射させる。ホログラム10により回折された光はホログラム面から $f_2$ の距離に集光する。ここで、第2の波長 $\lambda_2$ 及び入射角 $\theta_2$ は

$$\frac{\sin \theta_1}{\lambda_1} = \frac{\sin \theta_2}{\lambda_2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

を満たす様に選択されているので、収束光束29は

$$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

を満たす $f_2$ の位置に略無収差にて結像せしめられる。即ち、第3図における焼付レンズ系31の球面収差は次の様にして決定されている。第4図に示される如く、波長 $\lambda_2$ 及び入射角 $\theta_2$ の平行光束で再生すると略無収差にて1点に結像せしめることができるホログラムレンズに対し波長 $\lambda_1$ 及び入射角 $\theta_1$ の平行光束を用いて再生すると1点には収束しないが回転対称性をもつ収束波面が得られる。この様な収束波面と同一の波面を有しその進行方向と正反対の方向に進行する波面は通常のレンズ系を用いて容易に得ることができ、この様な波面を生ずべき球面収差を有するレンズ系は通常のレンズ設計技術により設計することができる。たとえば、 $\lambda_1 = 0.488 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_2 = 0.78$

$\mu\text{m}$ 、 $f_1 = 3.0 \text{ mm}$ 、ホログラムレンズの直径を4mmとすると、(2)式より $f_2 = 4.795 \text{ mm}$ となる。また、レンズ系31には第5図に示される様な収差を持たせればよい。図において縦軸はホログラム上の座標を示し、横軸はレンズ系31の縦収差をあらわしている。

本実施例においては焼付光学系のセッティングにそれ程の高精度を必要としない利点がある。第3図から明らかな様に、参照光は平面波即ち平行光束であるので、参照光束18及び物体光束32がホログラム感材10に対して平行移動しても作製されるホログラムレンズには全く収差を発生させることがない。また、参照光束18の入射角が微少変化し $\theta_1'$ となったとしても、再生光束28の入射角を微少変化させ $\theta_2'$ とし、この $\theta_2'$ を(1)式に従った関係、即ち

$$\frac{\sin \theta_2'}{\lambda_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \sin \theta_1' \quad \dots\dots\dots (3)$$

となすことにより使用時の収差発生は無くなる。更に、入射平行光束の方向が微少変化したときに

も得られるホログラムレンズに収差が発生しない様に焼付レンズ系31を設計することも通常のレンズ設計技術により実現可能である。この様な焼付レンズ系31の例としては射出瞳位置が無限遠であるいわゆるテレセントリック光学系があげられる。このレンズの軸外収差のうち非点収差とコマ収差とを十分良好に補正しておけば、入射平行光束に角度変化が生じた場合にも射出光束はその形を変えず単に平行移動するだけであり、得られるホログラムレンズには収差が発生することがない。

第6図は本発明により作製されたホログラムレンズの他の利用形態における光学系の図である。図において光束28により照明されたホログラムレンズ10により生じた回折光束29はカバーガラス40を通り更に空気間隔を通った後に平行平板41の裏面42に集光される。この様な光学系は光ディスク装置の光ヘッド部において用いられ、この場合は平行平板41は光ディスクであり裏面42は情報担体面であり、光ヘッドにより該情報

にて、ホログラムを波長 $\lambda_1$ の光を用いて再生した場合に基板9の側に点像を生ずる様にするため、物体光32を生ぜしめるレンズ系の収差は第5図に示されたものと逆向きのものが用いられている。

かくして作製されたホログラムレンズは、ホログラムコピーのため第8図に示される様に配置される。即ち、ホログラムレンズ10は基板49上の第2のホログラム感材50と密着せしめられ、第3の波長 $\lambda_2$ の光束43で照明される。ここで、記録材料50は重クロム酸セラチン等の体積型位相ホログラム用のものであり、干渉縞をブラッグ条件を満足する形状に作製することにより再生時の回折効率を100%に近づけることができる。マスターホログラムと密着して配置された第2のホログラム感材中に形成される干渉縞のうち0次光(直進光)と1次回折光により生ずる回折格子の面内ピッチ、位相はマスターホログラムの回折格子の形状と相似になることはホログラムコピーの分野で良く知られている。従って、第8図に示される如きコンタクトコピー法を用いることによ

り記録及び読出しが行われる。第6図に示された形態にて使用されるホログラムレンズも基本的に第3図に示される光学系にて作製することができる。即ち、第6図におけるカバーガラス40及び平行平板41は単に球面収差を発生せしめるものであり、この球面収差量相当分を第3図の焼付レンズ系31の設計値に加えることにより、特別な変更を要することなく第6図の形態にて使用されるホログラムレンズを作製することができる。

第7図及び第8図は本発明によるホログラムレンズ作製の他の実施例を示す光学系の図であり、第7図は第1のホログラム(即ちマスターホログラム)の作製時の光学系であり、第8図は第1のホログラムからコピー法によって第2のホログラムを作製する際の光学系である。

第7図は第3図に対応する光学系であり、ここで波長 $\lambda_1$ の参照平行光束18が基板9上の感材10に対し入射角 $\theta_1$ で入射し、一方レンズ系の球面収差により作製された回転対称収束物体光32が感材10に対し垂直方向から入射する。こ

って、再生時に有害な収差が発生しないホログラムレンズを作製できる。このため、照明光束43の形状を適宜定めることにより、コピーされたホログラムレンズ50中の格子の傾きを自由に制御することが可能となり、波長 $\lambda_2$ の光束で再生するときにホログラムレンズ50の全面にわたりブラッグ条件を満足させることも可能となる。尚、第8図でコピーに用いている光の波長 $\lambda_1$ と使用時に用いられる光の波長 $\lambda_2$ とは異なるため、コンタクトコピー時にマスターホログラム10より発生する他の回折次数の光束により感材50中に作られる干渉縞は使用時にブラッグ条件から外れ有害な作用をすることはない。

また、コンタクトコピー時に、必要に応じ感材50とマスターホログラム10との間にインテックスマッチング液を配置したり、各面に反射防止コーティングを行うこともできる。

第8図においては、照明光束43として複雑なコマ収差を有する光束を示したが、回折効率の低下を許せば単なる球面波を用いてもよい。

## 〔本発明の効果〕

以上の如き本発明によれば、作製時の光の波長と異なる波長の光で使用される場合に略無収差にて結像でき且つ高い回折効率を有するホログラムレンズが簡便に作製される。また、本発明によれば作製時と異なる光学系中にて使用されるホログラムレンズを作製する際に光学系の差を考慮して使用時に略無収差にて結像する様にする事ができる。更に、本発明によれば高精度のセッティングを要せずにホログラムレンズを作製することができる。

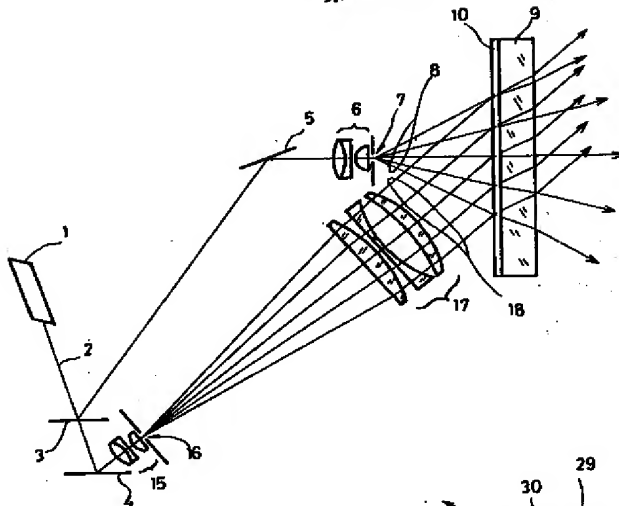
## 4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図はそれぞれ従来のホログラムレンズの作製光学系及び使用光学系を示す図である。第3図及び第4図はそれぞれ本発明によるホログラムレンズの作製光学系及び使用光学系を示す図である。第5図は鏡付レンズ系の収差曲線を示す図である。第6図は本発明によるホログラムレンズの使用光学系を示す図である。第7図は本発明による第1のホログラムレンズの作製光学系

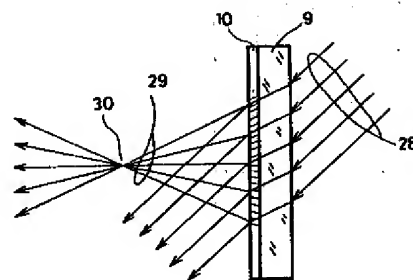
を示す図であり、第8図は第1のホログラムレンズを用いて第2のホログラムレンズを作製する光学系を示す図である。

1：レーザー光源、6，15：顕微鏡対物レンズ、7，16：ピンホール、9，49：ホログラム基板、10，50：ホログラム又はホログラム基板、17：コリメーションレンズ、31：鏡付レンズ系。

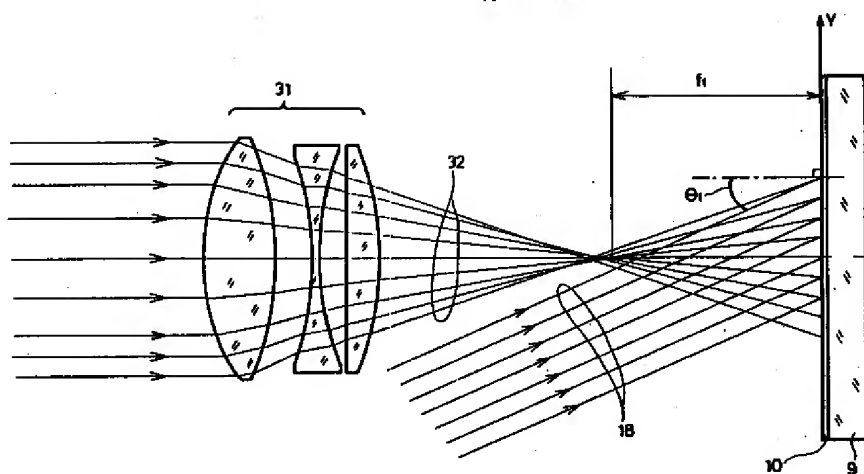
第1図



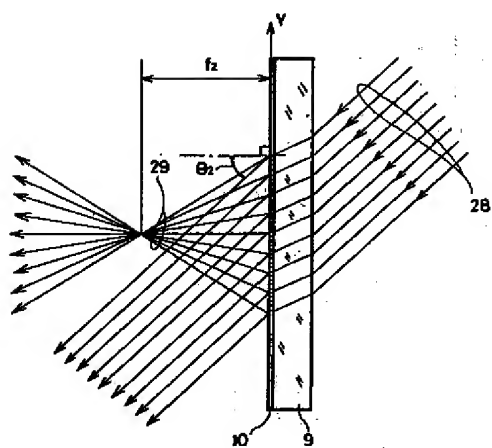
第2図



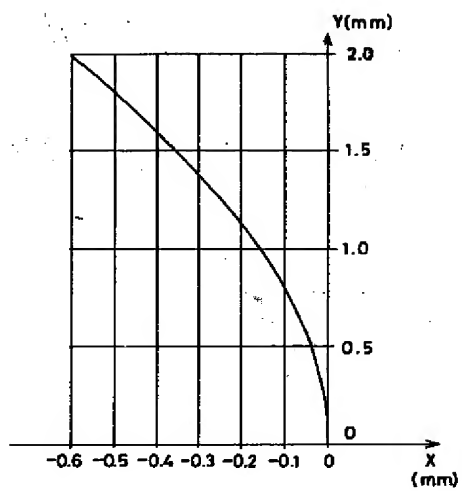
第 3 図



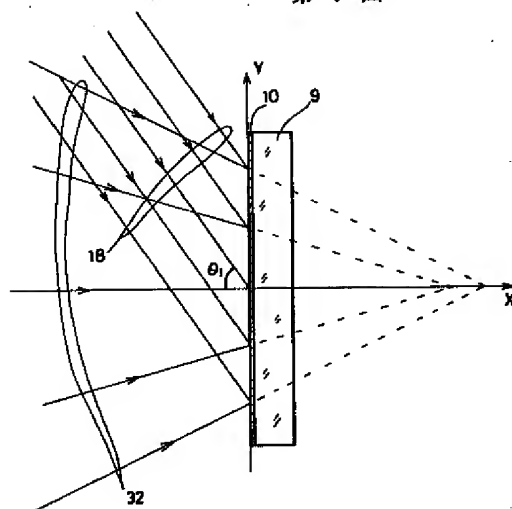
第 4 図



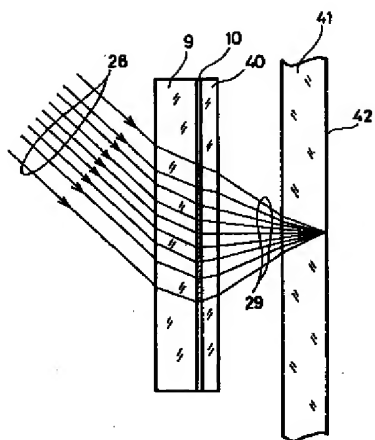
第 5 図



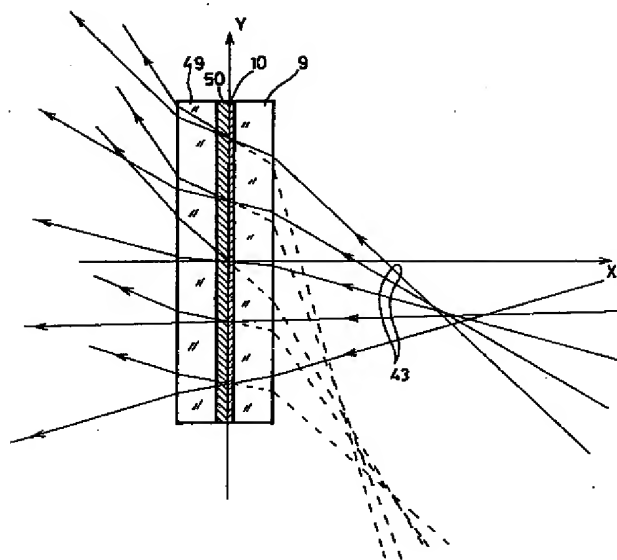
第 7 図



第 6 図



第 8 図



**PAT-NO:** JP360122982A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 60122982 A  
**TITLE:** PREPARATION OF HOLOGRAM LENS  
**PUBN-DATE:** July 1, 1985

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KUWAYAMA, TETSUO	
NAKAMURA, YASUO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
CANON INC	N/A
CANON ELECTRONICS INC	N/A

**APPL-NO:** JP58229838  
**APPL-DATE:** December 7, 1983

**INT-CL (IPC):** G03H001/04 , G02B005/32

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To obtain a convergent light having no aberration substantially or a parallel light, in case a wavelength is different when a hologram is prepared and when it is used, by using a light having a suitable spherical aberration as an object light.



CONSTITUTION: A luminous flux of a wavelength  $\lambda_1$  is divided into two, and one luminous flux is made incident as a parallel reference light of an incident angle  $\theta_1$  to a hologram sensitized material 10 on a base plate 9. The other luminous flux passes through a printing lens system 31 and becomes a convergent luminous flux 32, is made incident as a divergent object light to the sensitized material 10, and an interference fringe is recorded. The lens system 31 has a spherical aberration, and the convergent luminous flux 32 is not condensed to one point. A parallel luminous flux of a wavelength  $\lambda_2$  is made incident at an incident angle  $\theta_2$  from the opposite direction to this hologram, and  $\sin\theta_1/\lambda_1 = \sin\theta_2/\lambda_2$  is satisfied. On the other hand, as for the lens 31, a rotary symmetrical optical system is used and a spherical aberration is given to an object light. In this way, a convergent light having no aberration is obtained.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio